

多相补偿接地距离继电器分析计算

安徽电力中心调度所 陈 实

合肥工业大学 姚晴林

摘 要

本文以修正故障阻抗法求得了两种多相补偿接地距离继电器在接地短路时的允许接地过渡电阻 R_g 判别式。对这两种接地距离继电器的允许 R_g 能力进行了详细的比较;对它们的方向性问题提出了新的见解。以振荡阻抗法详细研究了它们在非全相运行时的工作情况。举例进行了数字计算,包括复杂故障、动模试验、数字计算与理论分析基本吻合。

一、两种多相补偿接地距离继电器分析计算

1. 综相式继电器

有一种多相补偿接地距离继电器的动作原理是比较三相补偿电压 \dot{U}_{AY} 、 \dot{U}_{BY} 、 \dot{U}_{CY} 与 \dot{U}_{D1} (见式(1)~(4))的相位。当这四个相量同极性时,继电器动作。下称这种原理的继电器为综相式继电器。

$$\dot{U}_{AY} = \dot{U}_A - (\dot{I}_A + 3K_L \dot{I}_0) Z_Y \quad (1)$$

$$\dot{U}_{BY} = \dot{U}_B - (\dot{I}_B + 3K_L \dot{I}_0) Z_Y \quad (2)$$

$$\dot{U}_{CY} = \dot{U}_C - (\dot{I}_C + 3K_L \dot{I}_0) Z_Y \quad (3)$$

$$\dot{U}_{D1} = -R' \dot{I}_0 e^{-j\gamma} \quad (4)$$

其中 K_L ——零序电流 \dot{I}_0 补偿系数;

R' ——量纲为电阻的一个常数;

γ ——将 \dot{I}_0 滞后的角度。

当上述四个相量同极性时,它们必然位于同一半面内。而它们位于同一半平面时,必须满足下列四个条件之一。

- 1) \dot{U}_{AY} 同时超前于 \dot{U}_{BY} 、 \dot{U}_{CY} 、 \dot{U}_{D1} ;
- 2) \dot{U}_{BY} 同时超前于 \dot{U}_{CY} 、 \dot{U}_{D1} 、 \dot{U}_{AY} ;

3) \dot{U}_{CY} 同时超前于 \dot{U}_{D1} 、 \dot{U}_{AY} 、 \dot{U}_{BY} ;

4) \dot{U}_{D1} 同时超前于 \dot{U}_{AY} 、 \dot{U}_{BY} 、 \dot{U}_{CY} 。

对这四个条件的任一个,均可用三个正弦比相器和一个与门实现。每个条件之间构成或的关系。因此,对于综相式继电器可用十二个正弦比相器、四个与门、一个或门来实现。如图1所示。

图1中,C表示正弦型比相器;C的下标表示参加比相的两相量; Y_A 、 Y_B 、 Y_C 、 Y_{D1} 表示与门;H表示或门。

图1中,各正弦比相器均有具体的动作判别式。以 C_{AB} 为例,动作判别式为:

$$0^\circ \leq \text{Arg} \frac{\dot{U}_{AY}}{\dot{U}_{BY}} \leq 180^\circ \quad (5)$$

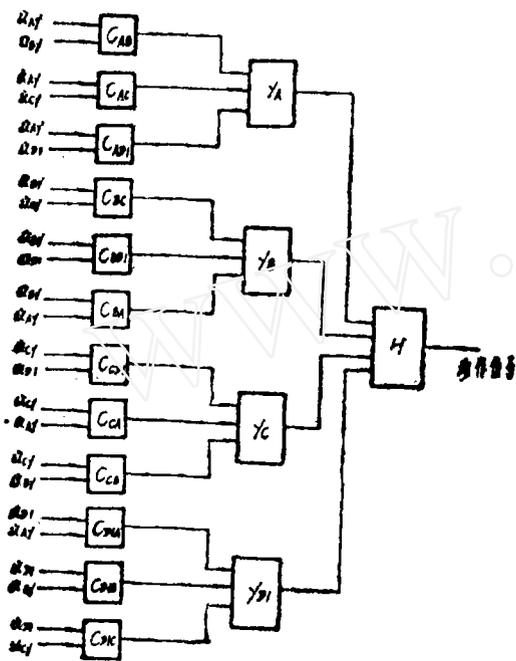


图1 综相式继电器原理框图

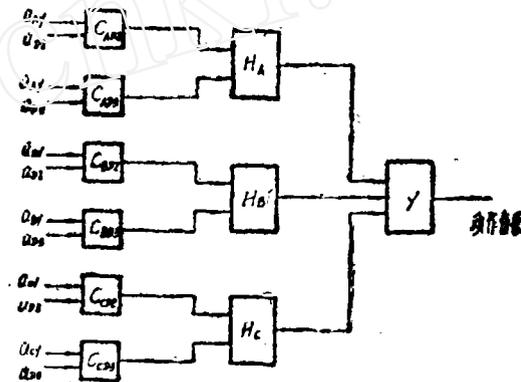


图2 分相式继电器原理框图

2. 分相式继电器

另有一种多相补偿接地距离继电器每相元件采取了两个比相式:

$$I_m \left[\frac{\dot{U}_{\sigma r}}{I_0 e^{-j\alpha_1}} \right] \leq 0 \quad (6)$$

$$I_m \left[\frac{\dot{U}_{\sigma r}}{I_0 e^{-j(\alpha_1 + \alpha_2)}} \right] \leq 0 \quad (7)$$

其中, $\dot{U}_{\sigma r}$ 表示任一相的补偿电压, α_1 是为防止区外故障超越动作而将 I_0 滞后的

相角； α_2 是为增大区内故障允许 R_g 能力而将 I_0 滞后的另一相角。

两比相式构成或的关系。三相元件触点串联。当三相元件同时动作时，继电器动作。下称这种原理的继电器为分相式继电器。

对于分相式继电器，可用六个正弦比相器、三个或门、一个与门来实现。如图2所示。

图2中， $\dot{U}_{D2} = -R'I_0 e^{-i\alpha_1}$ ， $\dot{U}_{D3} = -R'I_0 e^{-i(\alpha_1+\alpha_2)}$ 。

(6)、(7)两式通过变换可等价得到(8)、(9)两式。

$$0^\circ \leq \text{Arg} \frac{\dot{U}_{\varphi Y}}{\dot{U}_{D1}} \leq 180^\circ \quad (8)$$

$$0^\circ \leq \text{Arg} \frac{\dot{U}_{\varphi Y}}{\dot{U}_{D3}} \leq 180^\circ \quad (9)$$

二、两种多相补偿接地距离继电器动作行为分析

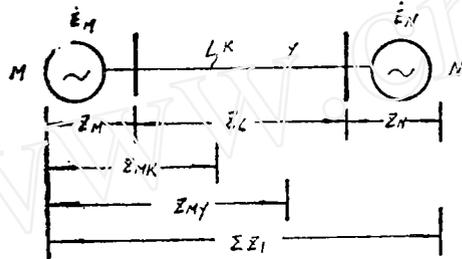


图3 分析计算网络图

本文分析计算以两端电源网络为例，如图3所示。假设电源及线路正序与负序阻抗相等。

根据图3所示网络，当线路上发生单相或两相接地短路时，输入到继电器的三相补偿电压可化为如下形式：

$$\dot{U}_{AY} = \dot{U}_Y^{(\delta)} - (K_1 \dot{I}_{1K} + K_2 \dot{I}_{2K} + K_0 \dot{I}_{0K} \rho_Y) Z_{MY} \quad (10)$$

$$\dot{U}_{BY} = a^2 \dot{U}_Y^{(\delta)} - (a^2 K_1 \dot{I}_{1K} + a K_2 \dot{I}_{2K} + K_0 \dot{I}_{0K} \rho_Y) Z_{MY} \quad (11)$$

$$\dot{U}_{CY} = a \dot{U}_Y^{(\delta)} - (a K_1 \dot{I}_{1K} + a^2 K_2 \dot{I}_{2K} + K_0 \dot{I}_{0K} \rho_Y) Z_{MY} \quad (12)$$

其中 $\dot{U}_Y^{(\delta)}$ ——保护范围末端在短路前瞬间的电压；

K_1, K_2, K_0 ——正序、负序及零序电流分支系数；

$\dot{I}_{1K}, \dot{I}_{2K}, \dot{I}_{0K}$ ——流过故障点的正序、负序及零序电流；

$$\rho_Y = \frac{Z_{MY0}}{Z_{MY}} \quad a = e^{j120^\circ} \quad a^2 = e^{j240^\circ}$$

对于正向接地短路，定义：

$$Z_G = \frac{\dot{U}_Y^{(\delta)}}{\dot{U}_K^{(\delta)}} (Z_{MK} + R_K) \begin{cases} \text{单相接地短路时, } R_K = \frac{3R_g}{2K_1 + K_0 \rho_K} \\ \text{两相接地短路时, } R_K = \frac{3R_g + 6R_g}{K_1 + 2K_0 \rho_K} \end{cases} \quad (13)$$

其中 $\dot{U}_K^{(0)}$ —— 短路点在短路前瞬间的电压
 $R_{\sigma}、R_{\mu}$ —— 相间及接地过渡电阻

$$\rho_K = \frac{Z_{MKO}}{Z_{MK}}$$

对于反向接地短路,一律以 Z_{NK} 代替 (13) 式中 Z_{MK} , Z_{NKD} 代替 (13) 式中 Z_{MKO} 。
 对于纵向故障,定义:

$$Z_f = \frac{\dot{E}_M}{\dot{I}_{fA}} \quad (14)$$

其中 \dot{I}_{fA} —— 故障前流过线路的负荷电流;
 称 Z_G 为修正故障阻抗,称 Z_f 为振荡阻抗。

根据给定的故障形式,利用图 3 所示网络,可求得在给定故障下流过故障点的各序短路电流 \dot{I}_{1K} 、 \dot{I}_{2K} 、 \dot{I}_{0K} 。将所求得 \dot{I}_{1K} 、 \dot{I}_{2K} 、 \dot{I}_{0K} 的具体表达式代入到输入继电器的各相量 \dot{U}_{AY} 、 \dot{U}_{BY} 、 \dot{U}_{CY} 、 \dot{U}_{D1} 、 \dot{U}_{D2} 、 \dot{U}_{D3} 的表达式中。再将所求得结果代入到继电器的各正弦比相器判别式中,利用 Z_G 及 Z_f 的定义,可将这些判别式变换为以 Z_G 或以 Z_f (对纵向故障) 作为变量表示的式如下:

$$90^\circ \leq \text{Arg} \frac{Z_2 - CZ_{MY}}{Z_G - DZ_{MY}} \leq 270^\circ \quad (15)$$

$$\text{或 } \theta_1 \leq \text{Arg} (Z_G - EZ_{MY}) \leq \theta_2 \quad (16)$$

当发生接地短路时,各正弦比相器动作判别式的 C、D、E、 θ_1 、 θ_2 系数参见文献 [1, 5]。单相断线时的各系数如表一所示。

$$\text{其中 } \rho_\Sigma = \frac{\sum Z_0}{\sum Z_1}。$$

从 (15)、(16) 两式可见,每个正弦比相器均可以 Z_G 或 Z_f 作为变量在阻抗平面上作出一动作区域。因而根据图 1 及图 2 所示各正弦比相器之间的逻辑关系,可以在阻抗平面上作出这两种继电器在各种故障下以 Z_G 或 Z_f 作为变量表示的动作区域。

本文所研究的继电器属于第二类阻抗继电器,其特征之一就是不能在阻抗平面上以传统的测量阻抗作为变量完整地表示出动作区域,它受故障前运行方式及短路点过渡电阻影响。而从 Z_G 或 Z_f 的定义式可看出,它不但是故障点位置的函数,而且是故障前负荷及短路点过渡电阻的函数。采用 Z_G 或 Z_f 代替传统的测量阻抗在阻抗平面上来分析第二类阻抗继电器,就免去了受故障前运行方式及短路点过渡电阻的影响。如果故障前运行方式及故障点位置给定,则 Z_G 仅是过渡电阻的函数,从而可以作出 Z_G 随过渡电阻变化的曲线。从该曲线与继电器以 Z_G 作为变量表示的动作区域边界的交点就可精确地确定在该方式下的给定点发生接地短路时的最大允许过渡电阻值。另外,用这种方法亦可以分析继电器受故障前负荷影响的情况。

表一 单相断线时各正弦比相器动作判別式系数表

系数 比相器	C	D	E	θ_1	θ_2
C_{BA}	$1 - j \frac{\sqrt{3}\rho_y}{1 + 2\rho_z}$	$\frac{1 - \rho_y}{1 + 2\rho_z}$	x	x	x
C_{AC}	$1 + j \frac{\sqrt{3}\rho_y}{1 + 2\rho_z}$	$\frac{1 - \rho_y}{1 + 2\rho_z}$	x	x	x
C_{CB}	1	$\frac{1 + 2\rho_y}{1 + 2\rho_z}$	x	x	x
C_{AD1}	x	x	$\frac{1 - \rho_y}{1 + 2\rho_z}$	$-\text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$	$180^\circ - \text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$
C_{BD1}	x	x	$\frac{(\frac{1}{2} + \rho_y) + j\sqrt{3}(\frac{1}{2} + \rho_z)}{1 + 2\rho_z}$	$120^\circ - \text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$	$300^\circ - \text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$
C_{CD1}	x	x	$\frac{(\frac{1}{2} + \rho_y) - j\sqrt{3}(\frac{1}{2} + \rho_z)}{1 + 2\rho_z}$	$240^\circ - \text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$	$60^\circ - \text{Arg}(1 + 2\rho_z) - \gamma$

计算机计算方法见参考文献〔5〕。当电源阻抗与线路阻抗幅角相等时，整定 $\alpha_1 = \gamma = 0^\circ$ ，区外故障不会超越误动。当幅角不相等时 α_1 或 γ 的整定公式在文献〔5〕中作了证明。因此，在本文的计算中，除特别说明外，均取 $\alpha_1 = \gamma = 0^\circ$ 、 $\alpha_2 = 15^\circ$ 、 $Z_r = 0.8Z_L$ 。曲线3指综相式继电器，曲线2指分相式继电器，曲线1指分相式继电器在 $\alpha_2 = 0^\circ$ 时的情况。

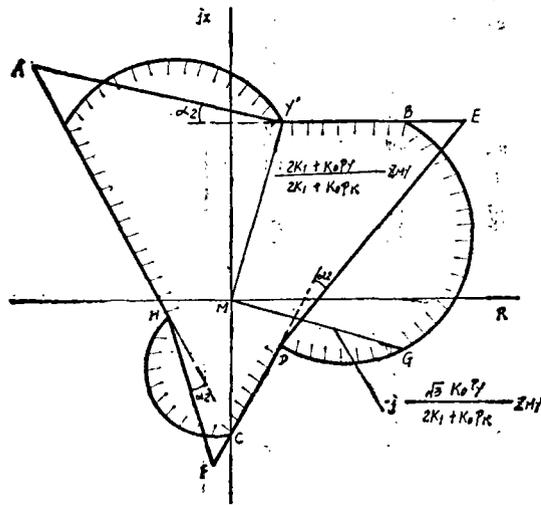


图4 继电器在单相接地短路时以 Z_G 作为变量表示的动作区域

1. 图4中阴影部分为综相式继电器动作区域，连接 $A Y' / EDFHA$ 所围成的区域为分相式继电器动作区域。从图4可见，当区内单相接地短路时，综相式继电器允许 R_s 能力受动作边界线段 $Y'B$ 及圆弧 BGD 的限制。当 Z_G 位于圆弧 BGD 所对应圆的内部时， Z_G 必须满足下面方程：

$$\left| Z_G - \frac{1}{2} (\overrightarrow{M Y'} + \overrightarrow{M G}) \right| \leq \frac{1}{2} \left| \overrightarrow{M Y'} - \overrightarrow{M G} \right| \quad (17)$$

当 Z_G 位于 $\overline{Y'B}$ 以下时， Z_G 必须满足下面不等式：

$$180^\circ - \text{Arg} \frac{2k_1 + k_0 \rho_R}{k_0} - \gamma \leq \text{Arg} \left(Z_G - \frac{\overrightarrow{M Y'}}{2} \right) \leq 360^\circ - \text{Arg} \frac{2k_1 + k_0 \rho_R}{k_0} - \gamma \quad (18)$$

将已知数值代入(17)、(18)式，得到(19)、(20)式如下：

$$\left| \frac{\dot{U}_Y^{(\delta)}}{\dot{U}_X^{(\delta)}} \left(Z_{MK} + \frac{3R_s}{2K_1 + K_0 \rho_K} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{2K_1 + K_0 \rho_Y}{2K_1 + K_0 \rho_K} - \frac{\sqrt{3}K_0 \rho_Y}{2k_1 + k_0 \rho_K} \right) Z_{MY} \right| \leq \frac{1}{2} \left| \left(\frac{2K_1 + K_0 \rho_Y}{2K_1 + K_0 \rho_K} + j \frac{\sqrt{3}K_0 \rho_Y}{2K_1 + K_0 \rho_K} \right) Z_{MY} \right| \quad (19)$$

$$180^\circ - \text{Arg} \frac{2K_1 + K_0 \rho_K}{K_0} - \gamma \leq \text{Arg} \left[\frac{\dot{U}_Y^{(\delta)}}{\dot{U}_X^{(\delta)}} \left(Z_{MK} + \frac{3R_s}{2K_1 + K_0 \rho_K} \right) - \frac{2K_1 + K_0 \rho_Y}{2K_1 + K_0 \rho_K} Z_{MY} \right] \leq 360^\circ - \text{Arg} \frac{2K_1 + K_0 \rho_K}{K_0} - \gamma \quad (20)$$

综相式继电器的允许 R_s 精确值就是同时满足(19)、(20)两式。为求得精确值，解(19)、(20)两方程式是比较繁琐的。如果假设故障前为空载，且线路阻抗与电源阻抗分布均匀，即 $K_1 = K_0$ 、 $\rho_K = \rho_Y = \rho$ 为实常数， $\gamma = 0^\circ$ ，则可以证明(20)式是始终成立的。同时解(19)式可得到：

$$R_g \leq K_1 \left(\frac{2+\rho}{3} \right) \left\{ \frac{1}{2} R_{MY} + \frac{\sqrt{3}\rho}{2(2+\rho)} X_{MY} - R_{MK} + \left[\frac{1}{4} (R_{MY} - \frac{\sqrt{3}\rho}{2+\rho} X_{MY})^2 + \frac{1}{4} (X_{MY} + \frac{\sqrt{3}\rho}{2+\rho} R_{MY})^2 - (X_{MK} - \frac{1}{2} X_{MY} + \frac{\sqrt{3}\rho}{2(2+\rho)} R_{MY})^2 \right]^{1/2} \right\} \quad (21)$$

显然这些假设并不影响问题的本质，只不过在精确度上有所影响。因此，用(21)式就可粗略计算综相式继电器的允许 R_g 能力。

以前也有文献根据这些假设推导这个判别式，但可以证明其判别式是欠妥的〔5〕。根据图4也可同样推导出分相式继电器在单相接地短路时的允许 R_g 判别式，结果该式与文献〔2〕所得公式一致。

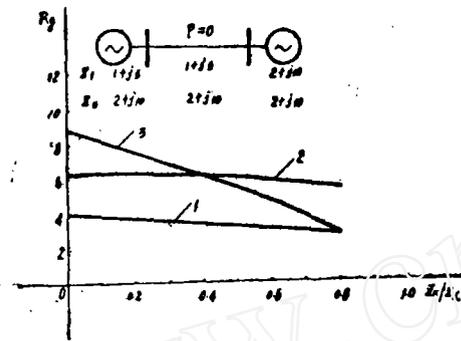


图5 单相接地短路时允许最大 R_g 曲线

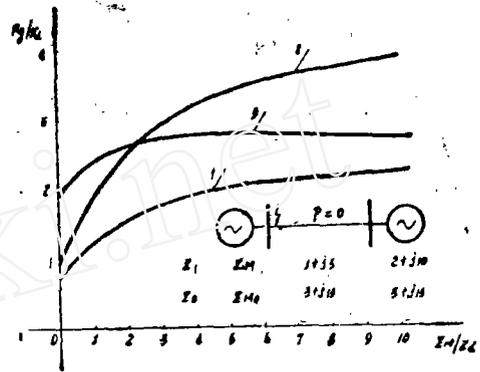


图6 出口单相接地短路时允许 R_g 随电源线路阻抗比变化曲线

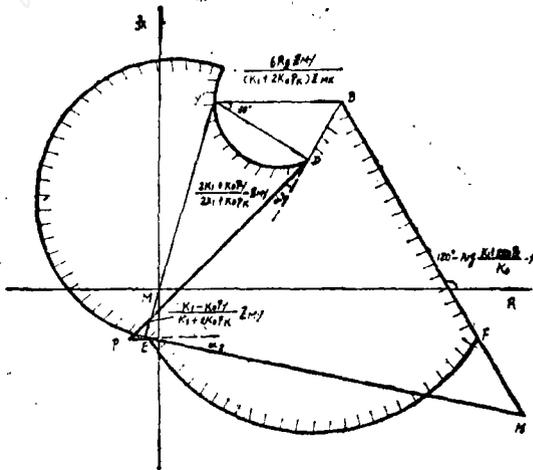


图7 继电器在两相接地短路时以 Z_g

作为变量表示的动作区域。阴影部分为综相式继电器动作区域，连接BDPEHB所围成区域为分相式继电器动作区域。当区内发生两相接地短路时，可以证明 Z_g 始终位于图7中直线BF的左侧〔5〕。对于分相式继电器，区内正确动作的条件是

从图4可直接看出，一般情况下，在接近保护出口发生单相接地短路时，综相式继电器允许 R_g 大于分相式继电器（取 $\alpha_2 = 15^\circ$ ）；在接近保护范围末端发生单相接地短路时，综相式继电器允许 R_g 小于分相式继电器。但是当电源与线路阻抗之比较大时，分相式继电器允许 R_g 始终大于综相式继电器。图5图6计算结果与这些结论一致。因此，对于很短的线路，从继电器所允许过渡电阻能力上来说，应用分相式继电器比综相式继电器有利。

2. 图7中忽略了相间电弧电阻，阴

c 必须位于折线BDP的右侧。当 Z_G 位于直线BD右侧时, 必须满足下列方程:

$$-120^\circ - \text{Arg} \frac{K_1 + 2K_0\rho_K}{K_0} - \alpha_1 \leq \text{Arg} (Z_G - \overrightarrow{MD}) \leq 60^\circ - \text{Arg} \frac{K_1 + 2K_0\rho}{K_0} - \alpha_1 \quad (22)$$

当 Z_G 位于直线DP右侧时, 必须满足下列方程:

$$\begin{aligned} -120^\circ - \text{Arg} \frac{K_1 + 2K_0\rho_K}{K_0} - \alpha_1 - \alpha_2 &\leq \text{Arg} (Z_G - \overrightarrow{MD}) \\ &\leq 60^\circ - \text{Arg} \frac{K_1 + 2K_0\rho_K}{K_0} - \alpha_1 - \alpha_2 \end{aligned} \quad (23)$$

如果作与单相接地短路时的同样假设, 且取 $\alpha_2 = 15^\circ$, 则求解(22)式及(23)式分别得到:

$$R_x \leq \frac{\sqrt{3}}{18} (K_1 + 2K_0\rho_K) (X_{MK} - \sqrt{3}R_{MK}) \quad (24)$$

$$R_x \leq 3(3 + \sqrt{3}) X_{MY} - 12K_{MK} \frac{[2X_{MK}(K_1 + 2K_0\rho_K)(R_x + X_Y - X_K^2 - R_Y)]}{\quad} \quad (25)$$

分相式继电器在区内两相接地短路时的允许 R_x 就是取满足(24)式与(25)式的最大 R_x 值。以前的文献仅以(24)式作为判别式, 显然是不全面的。在图7中同样可推导出综相式继电器的允许 R_x 判别式。

从图7可见, 分相式继电器动作区域是综相式继电器动作区域的一部分, 线段 \overline{BD} 是两继电器的公共边界。因此, 在区内两相接地短路时, 分相式继电器所允许 R_x 不可能大于综相式继电器, 只不过在接近保护范围末端故障时, 两继电器所允许 R_x 相等。但当电源与线路阻抗之比较大或认为线路较短时, 两继电器所允许 R_x 始终相等。图8为计算结果。

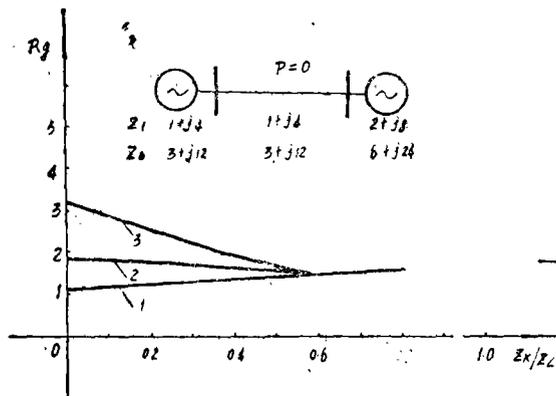


图8 两相接地短路时允许最大 R_x 曲线

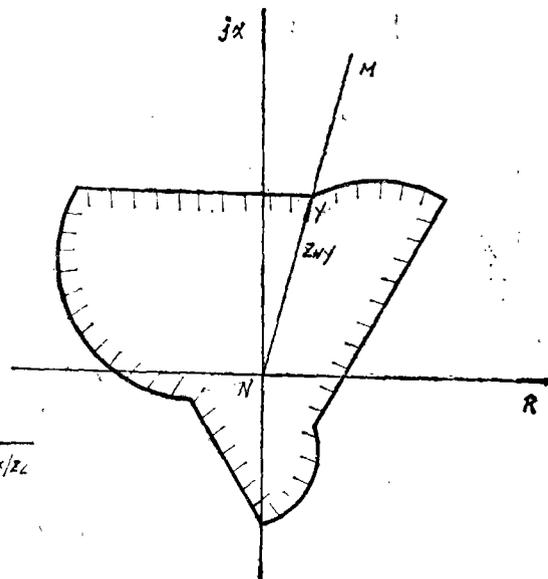


图9 综相式继电器在反向单相接地短路时以 Z_G 作为变量表示的动作区域

3. 从图9可见, 反向单相经小电阻接地短路时, 如果保护范围末端Y点与短路点相距较近, 则综相式继电器可能误动。Y点与短路点相距较近有两种情况, 一是整定阻抗值较小, 二是对端电源与线路阻抗之比较大。在第一种情况下, 综相式继电器误动的可能性在以前文献中用其它方法已作了分析和计算[3], 但更有实际意义的是第二种情况。当将综相式继电器安装于短线路上且位于大电源侧, 这时尽管综相式继电器仍按一般原则整定, 如果保护反向出口发生经小电阻单相接地短路, Y点与短路点仍相距较近, 则综相式继电器有可能误动。计算结果见图10所示。

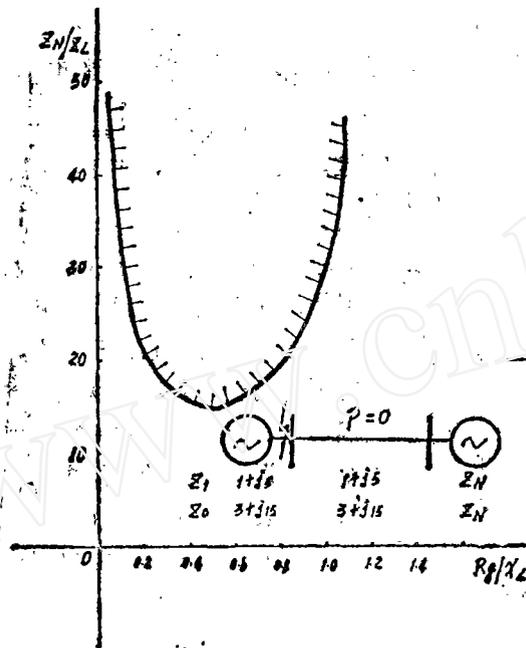


图10 反向出口单相接地短路时综相式继电器动作特性

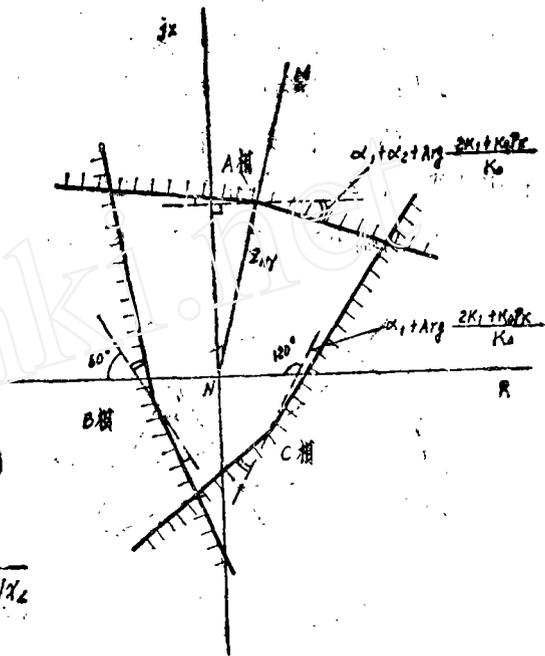


图11 分相式继电器在反向单相接地短路时以 Z_0 作为变量表示的动作区域

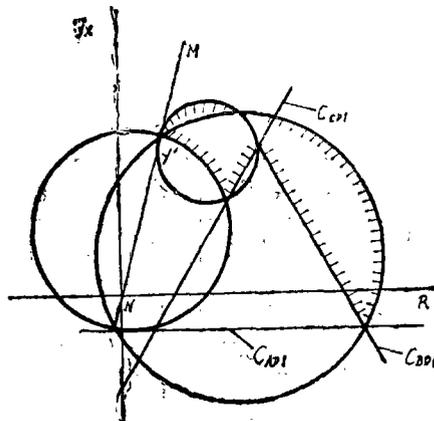


图12 综相式继电器在反向两相接地短路时以 Z_0 作为变量表示的动作区域

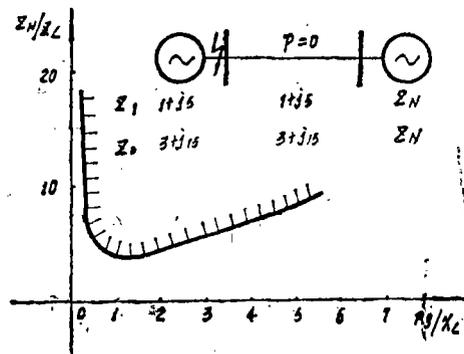


图13 反向出口两相接地短路时综相式继电器动作特性

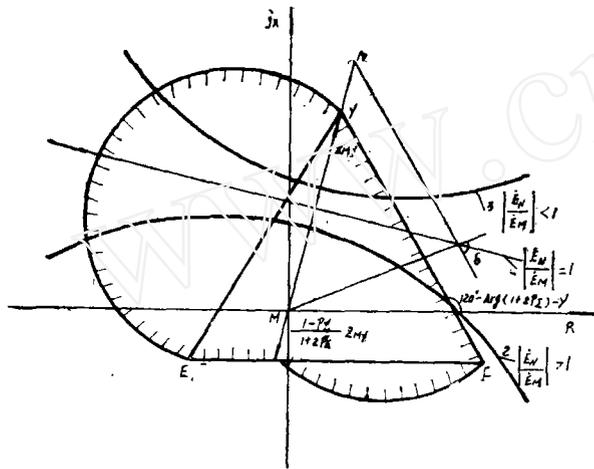
从图11可见,对于分相式继电器,如果 $\alpha_2 < 60^\circ$,在反向发生单相接地短路时,多相阻抗元件在阻抗平面上根本没有公共动作区域。也就是说分相式继电器在反向单相接地短路时能可靠地不误动作。

4.从图12可见,综相式继电器在反向两相接地短路时的动作情况与反向单相接地短路时相似。计算结果见图13。分相式继电器在反向两相接地短路时也具有可靠的方向性。

分相式继电器在反向故障时,各相阻抗元件没有公共动作区域,因此在振荡伴随反向故障时,分相式继电器也具有可靠的方向性。

分相式继电器在反向故障时的方向性不受系统运行方式及参数的影响。也就是说把它安装于任何线路上,只要 $\alpha_2 < 60^\circ$,它都具有可靠的方向性。

5.图14中阴影部分为综相式继电器动作区域,三角形YEF为分相式继电器在 $\alpha_2 = 0^\circ$ 时的动作区域。当两端电源电势差角变化时,流过线路负荷电流 I_f 变化,图14中曲线1、2、3为 Z_f 随两端电源电势差角变化的轨迹。从图14可见,由于在正常运行方式下,两端电源电势差角 δ 一般不会很大,且 $|\dot{E}_M| \approx |\dot{E}_N|$,因此两继电器在单相断线



时不会动作,允许系统两相运行。但是,在系统两相运行伴随振荡时,如果振荡中心位于区内,则在振荡角较大时,两继电器就要误动作。如果振荡中心位于区外,则不易误动作。计算结果如表二所示。表中“+”号表示不受振荡角影响,角度是继电器误动作角。整定 $\gamma = 8^\circ$ 、 $\alpha_1 = 0^\circ$ 、 $\alpha_2 = 8^\circ$

图14 继电器在单相断线时以 Z_f 作为变量表示的动作区域

表二 在两相运行伴随振荡时继电器动作为

网络参数						综相式继电器		分相式继电器	
Z_M	Z_L	Z_N	Z_{M0}	Z_{L0}	Z_{N0}	$\frac{E_M}{E_N}$	动作情况	$\frac{E_M}{E_N}$	动作情况
$1 + j5$	$1 + j5$	$2 + j10$	$3 + j15$	$3 + j15$	$6 + j30$	1.0	+	1.0	+
						0.8	$180^\circ \sim 255^\circ$	0.8	180°
$2 + j10$	$1 + j5$	$2.5 + j12.5$	$6 + j30$	$3 + j15$	$7.5 + j37.5$	1.3	+	1.3	+
						0.8	$175^\circ \sim 270^\circ$	0.8	$170^\circ \sim 185^\circ$

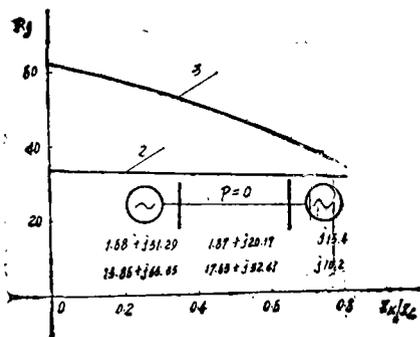


图15 A相对侧跳闸相继A相单相接地短路时继电器动作特性

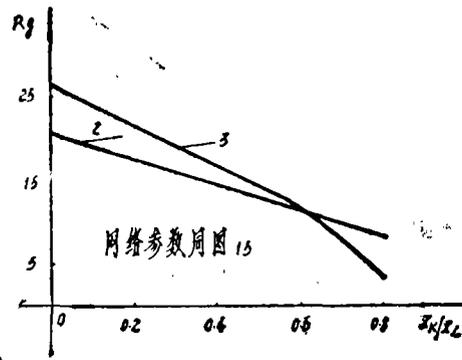


图16 A相断线相继B相单相接地短路时继电器动作特性

6. A相断线相继C相单相接地短路时继电器动作特性与图16完全一样。从图15、图16计算结果得到,当线路对侧单侧跳闸,系统两相运行时,如果再发生单相接地短路,则两继电器均可正确动作。但如果线路本侧单相跳闸,系统两相运行,再同一线路发生单相接地短路时,两继电器在区内将拒动,区外将不会误动作。

三、结 论

1. 对本文分析的两种多相补偿接地距离继电器的允许 R_g 能力谁强谁弱不能一概而论,必须以具体网络参数而定。但在短线路上,分相式继电器相对有利。
2. 将综相式继电器安装于短线路大电源侧时,必须加装方向元件。
3. 分相式继电器的零序电流 I_0 滞后角 α_2 可继续加大至 60° ,以增强允许 R_g 能力。
4. 这两种继电器用于两相运行的线路上必须加装振荡闭锁元件。
5. 这两种继电器在系统两相运行再单相接地短路时,可正确动作。

参考文献

1. 袁季修 多相阻抗继电器特性分析 河北省电力勘测设计院 1979.72
2. 姚晴林 对 I_0 参加比相的接地距离保护分析计算与评价 《继电器》 1984.3
3. 俞鸣元 J1L-21型接地距离保护装置阻抗元件的分析与计算 华东电力设计院 1982.11
4. 陈德树 支接阻抗动作特性与振荡阻抗动作特性 《电力系统自动化》 1977.4
5. 陈 实 多相补偿接地距离继电器分析计算及试验研究 合肥工业大学八三级研究生毕业论文 1986.4.